

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. August 2004 (19.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/070319 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01D 3/08**, F02D 41/34
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003024
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. September 2003 (12.09.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 05 257.7 7. Februar 2003 (07.02.2003) DE  
103 05 940.7 12. Februar 2003 (12.02.2003) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): GINTNER, Clemens [DE/DE]; Kastanienallee 5, 71638 Ludwigsburg (DE). RETTIG, Rasmus [DE/DE]; Schillerstrasse 3/1, 70839 Gerlingen (DE). WALTER, Klaus [DE/DE]; Ziegelbergstrasse 16, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). STEINRUECKEN, Heinrich [DE/DE]; Fellbacher Strasse 10, 71640 Ludwigsburg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

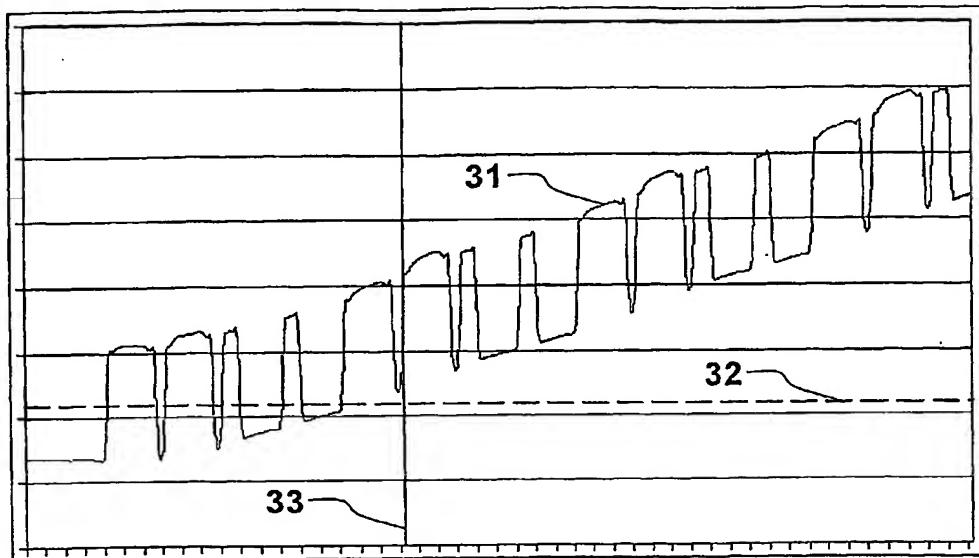
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: DIAGNOSTIC METHOD FOR A SENSOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DIAGNOSE EINES SENSORS



(57) Abstract: The invention relates to a diagnostic method for a sensor in a motor vehicle equipped with an internal combustion engine. According to said method, during the operation of the motor vehicle, an output signal of the sensor is analysed to determine whether a maximum value of the output signal falls below a first threshold value and/or whether a minimum value of the output signal exceeds a second threshold value. In the latter case, a signal is sent to a control unit, said signal indicating to the latter that the sensor may deliver incorrect data when the motor vehicle is started again.

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

WO 2004/070319 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose eines Sensors in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, wobei während eines Betriebs des Kraftfahrzeugs ein Ausgangssignal des Sensors daraufhin überprüft wird, ob ein Maximalwert des Ausgangssignals einen ersten Schwellenwert unterschreitet und/oder ob ein Minimalwert des Ausgangssignals einen zweiten Schwellenwert überschreitet, wobei in diesem Fall ein Signal an eine Steuereinrichtung übermittelt wird, das der Steuereinrichtung signalisiert, dass der Sensor bei einem Neustart des Kraftfahrzeugs möglicherweise inkorrekte Daten liefert.

### Verfahren zur Diagnose eines Sensors

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose eines Sensors beispielsweise in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine. Ein solcher zu diagnostizierender Sensor kann beispielsweise ein Phasensensor an der Nockenwelle des Kraftfahrzeugs sein. Ein solcher Sensor liefert in Abhängigkeit davon, ob eine erfasste Größe über oder unter einem bestimmten Schwellenwert liegt, ein entsprechendes Ausgangssignal.

Ein solcher Sensor ist beispielsweise ein auf Magnetfelder reagierender Sensor, durch welchen die Drehgeschwindigkeit und/oder die Stellung eines mit Zähnen versehenen Geberrades ermittelbar ist. Ein Sensor dieser Art ist so aufgebaut und angeordnet, dass das Geberrad, dessen Stellung oder Drehgeschwindigkeit es zu ermitteln gilt, zwischen dem Sensor und einem Magneten hindurchläuft, wodurch der Sensor ein schwaches Magnetfeld registriert, wenn ihm gerade ein Geberradzahn gegenübersteht, und wodurch der Sensor ein starkes Magnetfeld registriert, wenn ihm gerade kein Geberradzahn (eine Lücke) gegenübersteht (oder umgekehrt). Ein solcher Sensor kann induktiv arbeiten oder auch auf Hall- oder XMR-Technologie basieren.

In Figur 2 ist schematisch eine solche Anordnung mit einem Geber dargestellt. Dabei bezeichnen R das Geberrad, G den Magneten und den sensorenthaltenen Geber, und W das Element, auf welchem das Geberrad R montiert ist und dessen Drehgeschwindigkeit und/oder Stellung ermittelt werden soll; das Element W ist beispielsweise die Kurbelwelle oder die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass die in der Figur 2 gezeigte Anordnung stark schematisiert dargestellt ist. Insbesondere kann das Geberrad R in der Praxis mehr Zähne oder auch anders geformte Zähne aufweisen.

Das vom Sensor registrierte Magnetfeld wird in diesem in einem Strom oder in eine Spannung umgesetzt, dessen bzw. deren Größe direkt oder indirekt proportional zur Größe des Magnetfeldes ist.

Der dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Diagnose zu Grunde liegende Sensor gibt ein digitales Signal aus. Er vergleicht hierzu die elektrische Größe, in welche das registrierte Magnetfeld umgesetzt wurde, mit einem Schwellenwert und gibt ein Signal mit einem hohen Pegel aus, wenn und so lange die elektrische Größe größer als der Schwellenwert ist bzw. gibt ein Signal mit einem niedrigen Pegel aus, wenn und so lange die elektrische Größe kleiner als der Schwellenwert ist (oder umgekehrt).

Es dürfte einleuchten und bedarf keiner näheren Erläuterung, dass ein solcher Sensor nur das von ihm erwartete Ausgangssignal ausgibt, wenn der Schwellenwert richtig festgelegt ist.

Nun ist es in der Praxis aber bekanntlich so, dass die Größe des vom Sensor registrierten Magnetfeldes und die elektrische Größe, in welches dieses umgesetzt wird, von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Temperatur, der Anordnung des Sensors, dem Verschmutzungsgrad, dem Alter etc. abhängt, wodurch ein ursprünglich optimal festgelegter Schwellenwert plötzlich nicht mehr optimal oder gänzlich unbrauchbar ist.

Aus diesem Grund werden häufig selbstkalibrierende Sensoren eingesetzt, die den Schwellenwert selbständig an die gegebenen Verhältnisse anpassen können. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Sensoren während des normalen Betriebs ermitteln, in welchen Bereich die mit dem Schwellenwert zu vergleichende Größe variiert und dann den Schwellenwert so verändern, dass dieser z.B. genau in der Mitte dieses Bereichs liegt.

Eine derartige Selbstkalibrierung führt aber nicht immer zum Erfolg. Sie kann nämlich nur bei sich drehendem Geberrad durchgeführt werden, weil nur hier der Bereich

ermittelt werden kann, innerhalb dessen die mit dem Schwellenwert zu vergleichende Größe variiert.

Andererseits ist es aber bisweilen wichtig, sofort nach der Inbetriebnahme des Sensors und/oder der diesen enthaltenen Anordnung, also bei noch stehendem Geberrad, eine Information über die Stellung oder die Drehgeschwindigkeit des zu überwachenden Elements zu erhalten.

Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Sensor zur Überwachung der Stellung und/oder der Drehgeschwindigkeit der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine verwendet wird. Hierbei ist es wünschenswert, dass bereits vor dem Starten der Brennkraftmaschine eine Information über die Stellung der Nockenwelle erhalten wird. Diese Information, genauer gesagt die Information, ob dem Sensor gerade ein Geberradzahn oder eine Lücke gegenüberliegt, wird benötigt, um die Brennkraftmaschine optimal starten zu können.

Da sich der Sensor aber nicht kalibrieren kann, wenn und so lange die Nockenwelle steht, kann nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Information, die der Sensor über die Nockenwellenstellung liefert, richtig ist.

Entsprechende Probleme existieren auch bei allen anderen Sensoren, deren Ausgangssignal davon abhängt, ob eine erfasste Größe über oder unter einem Schwellenwert liegt.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Diagnose eines Sensors in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine anzugeben, dass die Verwendung von nicht die herrschenden Verhältnisse widerspiegelnden Ausgangssignalen des Sensors verhindert wird. Der Erfindung liegt die weitere Aufgabe zu Grunde, einen Sensor mit der entsprechenden Funktionalität anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das im Anspruch 1 dargestellte Verfahren zur Diagnose eines Sensors in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine gelöst. Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch einen Sensor, dessen Ausgangssignal davon abhängt, ob eine erfasste Größe über oder unter einem bestimmten Schwellenwert liegt, wobei der Sensor während des Betriebs überprüft, ob durch einen bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendeten Schwellenwert eine ordnungsgemäße Festlegung des

auszugebenden Signals gewährleistet werden kann und dass der Sensor dann, wenn er feststellt, dass dies nicht der Fall ist, eine diesen Umstand repräsentierende Information ausgibt.

Der erfindungsgemäße Sensor zeichnet sich dadurch aus, dass er während des Betriebs überprüft, ob durch einen bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendeten Schwellenwert eine ordnungsgemäße Festlegung des auszugebenden Signals gewährleistet werden kann, und dass der Sensor dann, wenn er feststellt, dass dies nicht der Fall ist, eine diesen Umstand repräsentierende Information ausgibt.

Der Sensor kann dadurch der Einrichtung, die die von ihm ausgegebenen Signale benutzt, mitteilen, dass das von ihm bei der nächsten Inbetriebnahme ausgegebene Signal möglicherweise oder mit Sicherheit nicht die herrschenden Verhältnisse widerspiegelt. Hierdurch lässt sich verhindern, dass die die Sensorausgangssignale benutzende Einrichtung abhängig von nicht die herrschenden Verhältnisse widerspiegelnden Informationen arbeitet.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen, der folgenden Beschreibung und den Figuren entnehmbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1A den zeitlichen Verlauf einer vom nachfolgend beschriebenen Sensor erfassten Größe,

Figur 1B das Ausgangssignal, das der Sensor bei der Erfassung des in der Figur 1a gezeigten Verlaufs normalerweise ausgibt,

Figur 1C das Ausgangssignal, das der Sensor ausgibt, wenn er festgestellt hat, dass bei der Verwendung eines bei der Inbetriebnahme verwendeten Schwellenwertes nicht gewährleistet werden kann, dass das Sensorausgangssignal die herrschenden Verhältnisse widerspiegelt,

Figur 2 eine den nachfolgend beschriebenen Sensor enthaltene Anordnung,

Figur 3 eine Darstellung, die die Überprüfung der Überschreitung des Schwellenwertes darstellt und

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose eines Sensors in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine.

Der im Folgenden beschriebene Sensor ist ein Drehzahlsensor zur Erfassung der Drehzahl oder der Stellung der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine. Mit der Stellung der Nockenwelle ist hierbei ein sogenannter Phasensensor gemeint, der ermittelt, in welcher Phase sich die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine befindet. Bei dem Sensor handelt es sich genauer gesagt um einen auf Magnetfelder reagierenden Sensor, durch welchen die Drehgeschwindigkeit und/oder die Stellung eines an der Nockenwelle befestigten, mit Zähnen versehenen Geberrades und damit auch die Stellung der das Geberrad tragenden Nockenwelle ermittelbar ist. Dieser Sensor ist so aufgebaut und angeordnet, dass das Geberrad zwischen dem Sensor und einem Magneten hindurchläuft, wodurch der Sensor ein schwaches Magnetfeld registriert, wenn ihm gerade ein Geberradzahn gegenübersteht und wodurch der Sensor ein starkes Magnetfeld registriert, wenn ihm gerade kein Geberradzahn (eine Lücke) gegenübersteht (oder umgekehrt).

Das vom Sensor registrierte Magnetfeld wird in diesem in einen Strom oder eine Spannung umgesetzt, dessen bzw. deren Größe direkt oder indirekt proportional zur Größe des Magnetfeldes ist. Für die weitere Betrachtung wird davon ausgegangen, dass das Magnetfeld in eine Spannung umgesetzt wird. Die folgenden Ausführungen gelten jedoch für die Umsetzung in einen Strom entsprechend.

Der zeitliche Verlauf der aus der Umsetzung resultierenden Spannung ist beispielhaft in Figur 1a dargestellt. Der dargestellte Spannungsverlauf ist normiert dargestellt, wobei der minimalen Spannung der Wert 0 zugeordnet ist und der maximalen Spannung der Wert 1.

Der vorliegend betrachtete Sensor gibt ein digitales Sensor aus. Er vergleicht hierzu die elektrische Größe, in welche das registrierte Magnetfeld umgesetzt wurde, mit einem Schwellenwert und gibt ein Signal mit einem hohen Pegel aus, wenn und so lange die

elektrische Größe größer als der Schwellenwert ist, bzw. er gibt ein Signal mit einem niedrigen Pegel aus, wenn und so lange die elektrische Größe kleiner als der Schwellenwert ist (oder umgekehrt).

Verwendet man einen in der Figur 1A mit S bezeichneten, genau in der Mitte zwischen der maximal auftretenden Spannung und der minimal auftretenden Spannung liegenden Schwellenwert zur wie erwähnt erfolgenden Umsetzung der in der Figur 1A gezeigten Spannung in das vom Sensor auszugebende Signal, so ergibt sich der in Figur 1B gezeigte Spannungsverlauf.

Das in der Figur 1B gezeigte Signal wird vom Sensor ausgegeben und durch die Einrichtung, an welcher der Sensor angeschlossen ist, ausgewertet. Im betrachteten Beispiel sei angenommen, dass hierbei nur jeweils die vordere Flanke der Impulse interessiert. Die das Signal des Sensors auswertende Einrichtung ist in der Regel eine Auswerteschaltung, die auf dem Sensor unmittelbar integriert ist, oder alternativ eine Steuereinrichtung, die den Betrieb der Brennkraftmaschine steuert (Motorsteuergerät).

Wie eingangs bereits erwähnt wurde, kann sich der in der Figur 1A gezeigte Spannungsverlauf in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Temperatur, der Anordnung des Sensors, dem Verschmutzungsgrad, dem Alter usw. verändern. Insbesondere kann es passieren, dass die minimale Spannung ansteigt und/oder die maximale Spannung absinkt, oder sowohl die minimale Spannung als auch die maximale Spannung ansteigen oder absinken. Die Folge hiervon ist, dass der Schwellenwert plötzlich nicht mehr in der Mitte zwischen der minimalen und der maximalen Spannung liegt, wodurch es früher oder später passieren kann, dass bei ansonsten identischen Bedingungen bei der Umsetzung des veränderten analogen Signals in ein digitales Signal ein anderes Ergebnis als das in Figur 1B gezeigte Signal erhalten wird.

Diesem Umstand wird im betrachteten Beispiel dadurch Rechnung getragen, dass der verwendete Sensor als selbstkalibrierender Sensor ausgebildet ist, welcher den im Sensor gespeicherten Schwellenwert nur unmittelbar nach der Inbetriebnahme des Systems verwendet, und möglichst schnell einen besser geeigneten Schwellenwert ermittelt und diesen anstelle des im Sensor gespeicherten Schwellenwertes verwendet.

Hierbei wäre es theoretisch möglich, im Sensor einen nicht flüchtigen Speicher vorzusehen, in dem ein unmittelbar vor dem Außerbetriebsetzen der Brennkraftmaschine zuletzt vorliegender Schwellenwert gespeichert wird, der bei der nächsten Inbetriebnahme verwendet werden kann. Diese Variante ist aus technischen und Kostengründen jedoch wirtschaftlich kaum durchführbar, so dass im Allgemeinen mit einem fest vorgegebenen, im Sensor gespeicherten Schwellenwert gearbeitet werden muss.

Die Ermittlung des optimalen Schwellenwertes während des Betriebs der Brennkraftmaschine kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass man den Mittelwert zwischen der maximalen Spannung und der minimalen Spannung des in der Figur 1A gezeigten oder demgegenüber veränderten Spannungsverlauf ermittelt, und diesen Mittelwert als Schwellenwert verwendet.

Der vorliegend betrachtete Sensor weist darüber hinaus die Besonderheit auf, dass er während des Betriebs überprüft, ob durch den bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendeten Schwellenwert eine ordnungsgemäße Festlegung des Ausgangssignals gewährleistet werden kann und dass der Sensor dann, wenn er feststellt, dass dies nicht der Fall ist, diesem Umstand der Einrichtung, an welcher er angeschlossen ist, signalisiert. Es wird also in diesem Fall ein entsprechendes Signal an das Motorsteuergerät übertragen. Die Signalisierung erfolgt in einer Weise, dass der primär zu übertragenden Information diese Zusatzinformation verlustfrei überlagert wird. Dies kann für ein Signal, bei welchem die Primärinformation in der zeitlichen Position der steigenden Flanken besteht durch Überlagerung auf den fallenden Flanken erfolgen. Die steigenden Flanken werden wie im Normalbetrieb weiterübertragen und stellen damit die laufende Funktion des Systems sicher.

Dadurch kann verhindert werden, dass die Einrichtung, die abhängig vom Sensor arbeitet, bei der nächsten Inbetriebnahme des Systems mit möglicherweise falschen Sensorsignalen arbeitet. Mit anderen Worten: In dem Fall, dass die Abweichung zwischen dem im Sensor gespeicherten Schwellenwert und dem im laufenden Betrieb korrigierten Schwellenwert zu groß ist, wird ein Signal an das Motorsteuergerät übergeben und in einem permanenten Speicher des Motorsteuergeräts gespeichert. Aufgrund dieser gespeicherten Information weist das Motorsteuergerät darauf hin, dass der entsprechende Sensor, beispielsweise der Phasensensor an der Nockenwelle der

Brennkraftmaschine, bei einem Neustart nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung steht. Daraufhin kann das Motorsteuergerät einen Start der Brennkraftmaschine auf Basis von alternativen Sensorgrößen oder auf Basis von gespeicherten Kennfeldgrößen vornehmen. Es handelt sich hierbei in der Regel um eine sogenannte Notlauffunktionalität, die in diesem Fall genutzt wird, um einen Start der Brennkraftmaschine durchzuführen. Ist der Start der Brennkraftmaschine erfolgt und die Nockenwelle somit in Bewegung gesetzt, kann mit einem Kalibriervorgang des Sensors begonnen werden und nach Abschluss der Kalibrierung des Sensors können die vom Sensor gelieferten Ausgangssignale für die Motorsteuerung verwendet werden.

Den Umstand, dass durch den bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendeten Schwellenwert keine ordnungsgemäße Festlegung des Sensorausgangssignals gewährleistet werden kann, signalisiert der vorliegend betrachtete Sensor über die Anschlüsse, über welche er das die erfassende Größe repräsentierende und beispielhaft in der Figur 1B dargestellte Signal ausgibt. Es werden also erfindungsgemäß keine zusätzlichen Ansteuerleitungen für die Übertragung des Fehlersignals benötigt, sondern es können in nachfolgend dargestellter Art und Weise die ohnehin zur Verfügung stehenden Anschlussleitungen des Sensors für die Signalübertragung an das Motorsteuergerät verwendet werden.

Dies geschieht im betrachteten Beispiel dadurch, dass die Dauer der auszugebenden Signal (Signal nach Figur 1B) vorhandenen Impulse so kurz gemacht wird, dass sie nicht von einem am Sensor vorbeilaufenden Zahn des Geberrades oder an einem Sensor vorbeilaufender Lücke des Geberrades stammen können. Dies kann durch einfache Plausibilitätsprüfung im Steuergerät erfolgen.

Der zeitliche Verlauf eines solchen Verlaufs ist in Figur 1C veranschaulicht. Das in der Figur 1C gezeigte Signal ist das in der Figur 1B gezeigte Signal im Fall, dass der Sensor festgestellt hat, dass durch den bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendeten Schwellenwert keine ordnungsgemäße Festlegung des Sensorausgangssignals gewährleistet werden kann.

Die in den Signalen gemäß den Figuren 1B und 1C enthaltenen Impulse weisen die steigenden Flanken an genau den selben Stellen auf und unterscheiden sich in diesem Punkt nicht.

Da die die Sensorsignale auswertende Einrichtung (Motorsteuergerät) im betrachteten Beispiel nur abhängig von den steigenden Flanken der in den Sensorsignalen enthaltenen Impulsen arbeitet, kann diese beim Empfang des in der Figur 1C gezeigten Signals exakt so arbeiten wie wenn sie das in der Figur 1B gezeigte Signal zugeführt bekommen würde.

Die im Signal gemäß 1C enthaltenen Impulse sind aber sehr viel kürzer als es beim Signal gemäß 1B der Fall ist. Sie sind so kurz, dass sie nicht vom Vorbeilaufen eines Geberradzahnes oder einer Geberradlücke am Sensor herühren können. An der außergewöhnlichen Länge der Impulse kann die Auswerteeinrichtung erkennen, dass durch den bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendeten Schwellenwert keine ordnungsgemäße Festlegung des Sensorausgangssignals gewährleistet werden kann. Bei der in Figur 1C verwendeten Signalübertragung handelt es sich praktisch um eine Kodierung des Signals nach Figur 1B.

Alternativ zu der beschriebenen Kodierung nach Figur 1C können zum Beispiel die beiden folgenden Kodierungsvarianten verwendet werden:

Bei der Verwendung von pulsweitenmodulierten Protokollen, die ohnehin bereits Zusatzinformationen übertragen, kann eine besondere Pulsweite verwendet werden.

Für Manchester-kodierte 3-Pegel-Protokolle kann die Kodierung beispielsweise durch ein bestimmtes Bit erfolgen.

Wie die Auswerteeinrichtung auf die Übermittlung eines entsprechend kodierten Signals reagiert, hängt vom Einzelfall ab. Es dürfte einleuchten, dass hierfür die unterschiedlichsten Möglichkeiten existieren. Im betrachteten Beispiel reagiert die Auswerteeinrichtung dadurch, dass sie den ihr mitgeteilten Umstand in einem nicht flüchtigen Speicher speichert und bei der nächsten Inbetriebnahme die ihr vom Sensor zugeführten Signale ignoriert. Dies ist im betrachteten Beispiel ohne größere Probleme möglich, weil auch die Stellung der Kurbelwelle ermittelt wird und weil aus der Kurbelwellenstellung auch die Nockenwellenstellung ermittelt werden kann. Eine solche Nockenwellenstellungsermittlung ist zwar nicht so genau wie die Nockenwellenstellungsermittlung durch einen an der Nockenwelle vorgesehenen Sensor,

aber genau genug, um den Motor starten zu können. Hierbei handelt es sich um eine sogenannte Notlauffunktionalität.

Nach dem Starten des Motors dreht sich die Nockenwelle, so dass der die Nockenwellenstellung erfassende Sensor sich nun selbst kalibrieren und einen optimalen Schwellenwert ermitteln und verwenden kann. Sobald dies geschehen ist, können die Ausgangssignale des Sensors ohne Einschränkungen verwendet werden.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Sensor auch um einen beliebigen anderen Sensor handeln kann, dessen Ausgangsignal davon abhängt, ob eine erfasste Größe über oder unter einem Schwellenwert liegt. Das im Betrieb ermittelte Messsignal wird durch Vergleich mit Sollwerten verwendet, um eine Aussage über einen in der Zukunft liegenden Zustand vorherzusagen und dieses wird durch Ausgabe einer Zusatzinformation schon im Betrieb übermittelt.

Die Besonderheiten des vorstehend beschriebenen Sensor können sich auch bei einem nicht selbst kalibrierenden Sensor als vorteilhaft erweisen.

Ferner sei angemerkt, dass der optimale Schwellenwert nicht in der Mitte zwischen der maximalen und der minimalen Eingangsgröße liegen muss; je nach Anwendungsfall kann es erforderlich sein, dass der Schwellenwert mehr oder weniger weit über oder unter dem Mittelwert liegt.

Schließlich besteht auch keine zwingende Notwendigkeit, dass der bei der Inbetriebnahme des Sensors verwendete Schwellenwert im Sensor gespeichert ist; dieser Schwellenwert kann dem Sensor bei der Inbetriebnahme auch von anderswoher zugeführt werden.

Durch den beschriebenen Sensor kann unabhängig von den Einzelheiten der praktischen Realisierung verhindert werden, dass möglicherweise nicht die herrschenden Verhältnisse widerspiegelnde Sensorausgangssignale benutzt werden.

Figur 3 verdeutlicht die Schwankungen eines Sensorausgangssignals 31 in einer sogenannten Drift-Situation. Hierbei driften die maximalen und minimalen Ausgangswerte des Sensors im Laufe der Zeit von den ursprünglichen Werten weg. In der

Darstellung nach Figur 3 ist in der Waagerechten eine Zeitachse und in der Senkrechten die Amplitude des Sensorausgangssignals gezeigt. Durch die gestrichelte Linie 32 ist ein permanent im Sensor gespeicherter Schwellenwert gekennzeichnet. Durch die senkrechte Linie 33 ist der Zeitpunkt gekennzeichnet, an dem mit Sicherheit festgestellt werden kann, dass ein Minimalwert des Sensorausgangssignals 31 den Schwellenwert überschritten hat und damit eine sichere Funktion beim Einschalten des Sensors nicht mehr gewährleistet ist. Dies ist der Zeitpunkt, zu dem erfundungsgemäß eine Signalisierung an das Motorsteuergerät, bzw. allgemein an die Steuereinrichtung, erfolgt, dass der Sensor bei einem Neustart des Kraftfahrzeugs möglicherweise inkorrekte Daten liefert. Dies wäre zum Beispiel auch der Fall gewesen, wenn das Sensorsignal so weit abfällt, dass die Maximalwerte des Sensorsignals unterhalb des Schwellwertes liegen. Im allgemeinen können auch zwei unterschiedliche Schwellenwerte für die Minimal- und Maximalwerte des Sensorsignals bestimmt werden.

Mit anderen Worten: Wenn die Minimal- oder Maximalwerte des Sensorsignals so weit abdriften, dass ein Schwellenwert über- oder unterschritten wird, muss davon ausgegangen werden, dass der Sensor bei einem Neustart des Kraftfahrzeugs mit hoher Wahrscheinlichkeit keine zuverlässigen Ausgangssignale liefert und erst nach erfolgter Kalibrierung zur Verfügung steht. Eine entsprechende Information wird in einem nicht flüchtigen Speicher des Motorsteuergerätes gespeichert und kann von dem Steuergerät in einer Neustartsituation abgefragt werden.

Stellt sich im weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine bzw. des Sensors heraus, dass die Ausgangssignale des Sensors wieder in einem Bereich liegen, der eine Auswertung nach einem Neustart zulässt, so kann ein eventuell vorgenommener Eintrag im Motorsteuergerätespeicher zurückgesetzt werden.

Es muss im Zusammenhang mit dieser Erfindung klar zwischen dem fest im Sensor gespeicherten Schwellenwert, der unmittelbar nach dem Start der Brennkraftmaschine verwendet wird, und dem Schwellenwert, der sich während des Betriebs der Brennkraftmaschine durch laufende Kalibrierung ergibt, unterschieden werden. Der Schwellenwert, der sich während des Betriebs der Brennkraftmaschine durch laufende Kalibrierung ergibt kann beispielsweise in einem flüchtigen Speicher des Sensors abgelegt werden.

Figur 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Diagnose eines Sensors in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine. Das Verfahren beginnt in einem Schritt 41 mit einer Startanforderung, zum Beispiel dadurch, dass der Fahrer des Kraftfahrzeugs den Zündschlüssel betätigt. Im anschließenden Schritt 42 wird überprüft, ob der Sensor zur Steuerung der Brennkraftmaschine genutzt werden kann. Dies geschieht dadurch, dass die entsprechende Information aus einem nichtflüchtigen Speicher des Motorsteuergeräts ausgelesen wird. Steht fest, dass der Sensor bzw. die Sensorausgangssignale genutzt werden können, so erfolgt im Schritt 43 ein normaler Start der Brennkraftmaschine unter Verwendung der Sensordaten. Wird festgestellt, dass die Sensordaten nicht verwendet werden dürfen, wird zum Schritt 44 übergegangen, in dem auf eine Notlauffunktionalität zurückgegriffen wird. Beispielsweise wird wie schon zuvor beschrieben der Kurbelwellenwinkelsensor genutzt, um die Position der Nockenwelle zu bestimmen. Im sowohl an Schritt 43 als auch an Schritt 44 anschließenden Schritt 45 erfolgt die Kalibrierung des Sensors. Hierbei werden Minimal- und Maximalwerte erfasst und der Schwellewert auf den Mittelwert gesetzt. Im Schritt 46 wird überprüft, ob die gemessenen Minimal- und Maximalwerte das bereits zuvor beschriebene Schwellenwertkriterium verletzen. Ist dies der Fall, erfolgt im Schritt 47 die erfindungsgemäße Übermittlung eines Fehlersignals an das Motorsteuergerät. Diese Information wird im Motorsteuergerät in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und steht für einen nächsten Startvorgang zur Verfügung. Wird im Schritt 56 festgestellt, dass kein Schwellenwertkriterium verletzt ist, wird im Schritt 48 ein eventuell im nichtflüchtigen Speicher des Steuergeräts vorhandener Fehlerintrag gelöscht. Im Anschluss an die Schritte 47 und 48 wird das Verfahren mit dem Schritt 45 fortgesetzt. Diese Schleife wird so lange durchlaufen, bis die Brennkraftmaschine deaktiviert wird.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Diagnose eines Sensors in einem Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, wobei während eines Betriebs des Kraftfahrzeugs ein Ausgangssignal des Sensors daraufhin überprüft wird, ob ein Maximalwert des Ausgangssignals einen ersten Schwellenwert unterschreitet und/oder ob ein Minimalwert des Ausgangssignals einen zweiten Schwellenwert überschreitet, wobei in diesem Fall ein Signal an eine Steuereinrichtung übermittelt wird, das der Steuereinrichtung signalisiert, dass der Sensor bei einem Neustart des Kraftfahrzeugs möglicherweise inkorrekte Daten liefert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schwellenwert gleich dem zweiten Schwellenwert ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer Unter- bzw. Überschreitung der Schwellenwerte, die Ausgangssignale des Sensors beim Neustart des Kraftfahrzeugs zunächst nicht für die Steuerung und/oder Regelung des Kraftfahrzeugs verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor erst dann wieder für die Steuerung und/oder Regelung des Kraftfahrzeugs verwendet wird, wenn eine Kalibrierung des Sensors erfolgt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierung durch Lernen von minimalen und maximalen Ausgangswerten des Sensors erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Signal in der Steuereinrichtung in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt wird, damit das Signal beim Neustart der Brennkraftmaschine unmittelbar zur Verfügung steht.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor ein Phasensensor an einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine ist.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Start der Brennkraftmaschine in einem Notlauf ohne Verwendung des Phasensors erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwellenwerte in einem permanenten Speicher des Sensors abgelegt sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dass durch eine Kalibrierung des Sensors die Schwellenwerte angepasst werden.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Übermittlung des Signals kodiert erfolgt.
12. Sensor mit Mitteln zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1.

1 / 2

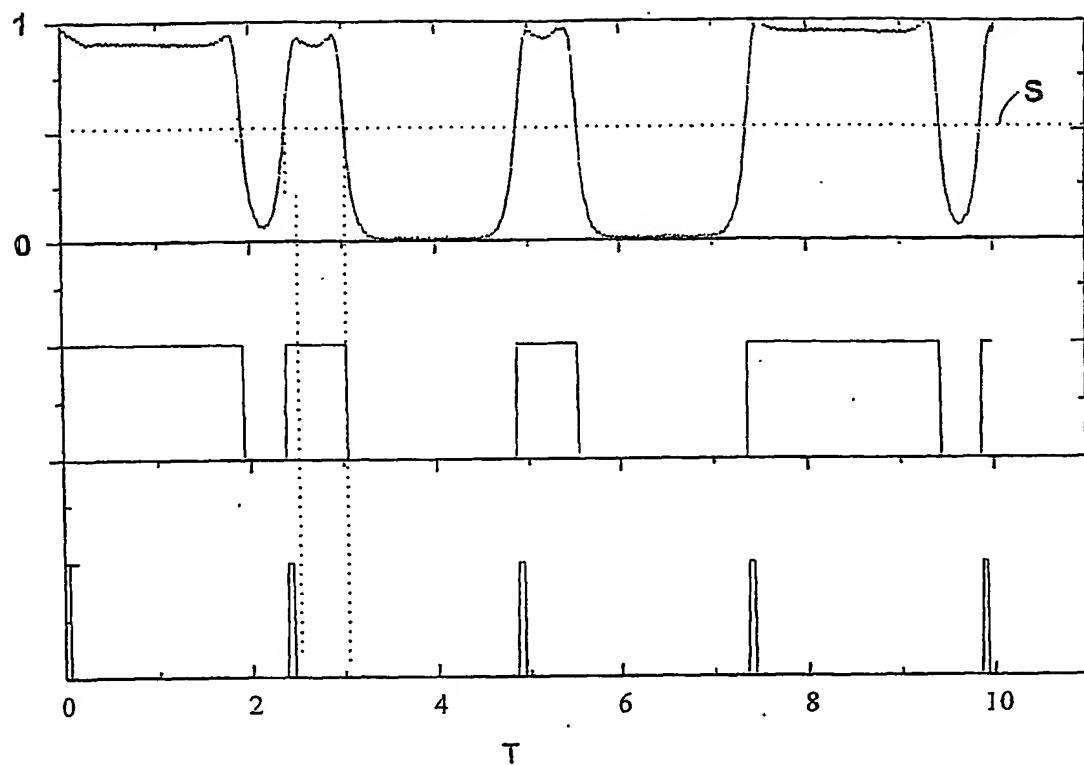


FIG. 1A

FIG. 1B

FIG. 1C

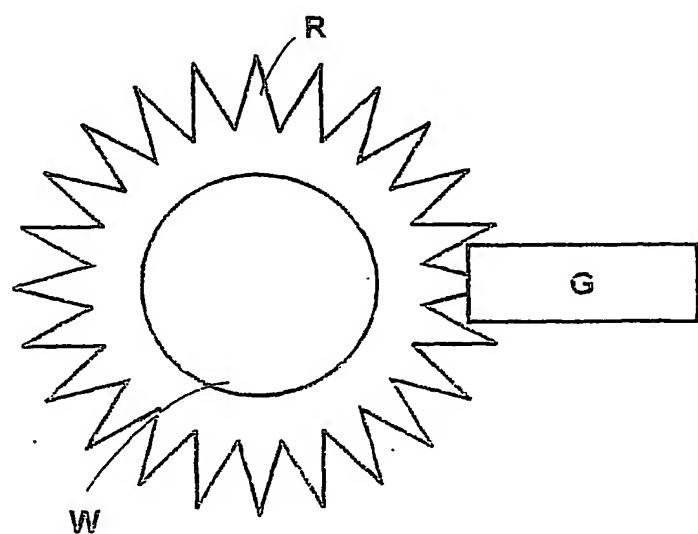
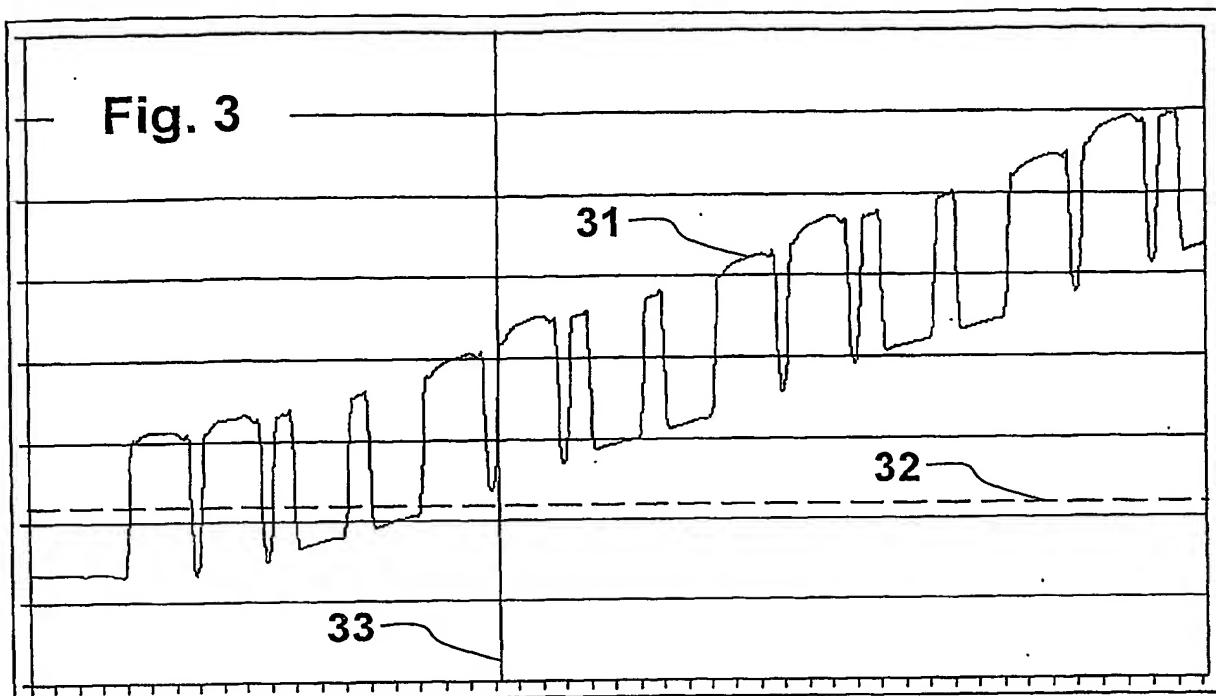
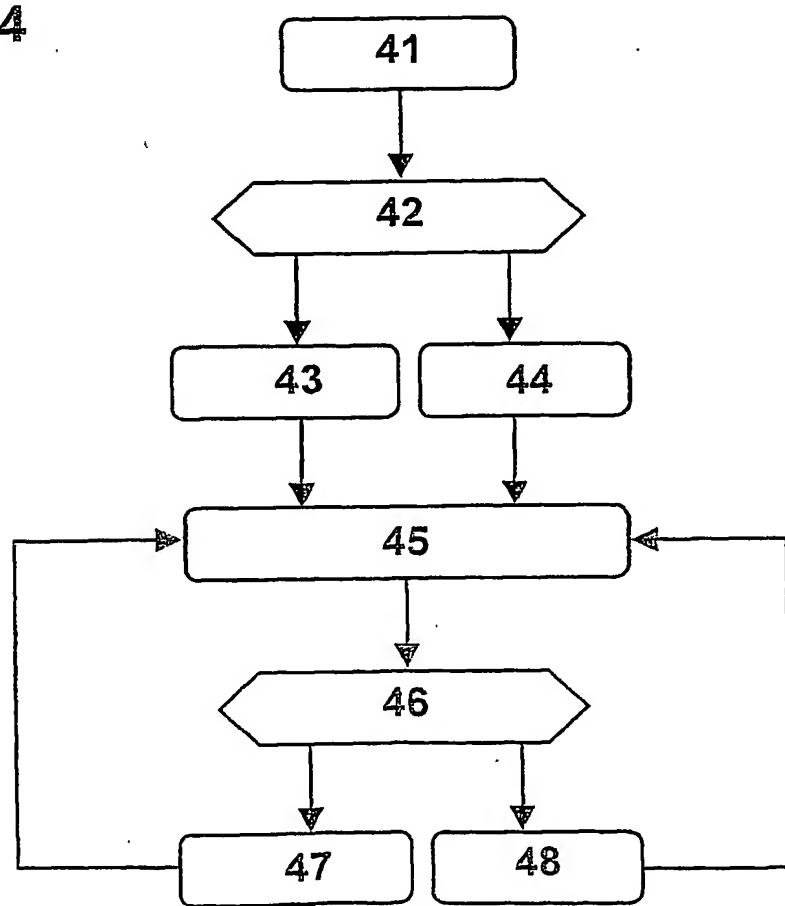


FIG. 2

2 / 2



**Fig. 4**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03024

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 G01D3/08 F02D41/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 G01D F02D G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 456 085 B1 (PUNZMANN HORST ET AL) 24 September 2002 (2002-09-24) the whole document	1,3,12
A	-----	7
A	EP 0 615 111 A (SIEMENS AG) 14 September 1994 (1994-09-14) the whole document	1-7,9-12
A	-----	1,12
A	GB 2 255 410 A (FORD MOTOR CO) 4 November 1992 (1992-11-04) the whole document	1,12
A	DE 101 46 949 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 6 June 2002 (2002-06-06) the whole document	1,12
	-----	-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

10 February 2004

18/02/2004

## Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

## Authorized officer

Chapple, I

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No

PCT/DE 03/03024

**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 119 097 A (DAIMLER BENZ AG) 9 November 1983 (1983-11-09) the whole document -----	1,12
A	US 6 215 297 B1 (LOHBERG PETER ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10) the whole document -----	1,3,7,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03024

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6456085	B1	24-09-2002	WO DE EP ES	9927377 A1 59801550 D1 1032846 A1 2165206 T3	03-06-1999 25-10-2001 06-09-2000 01-03-2002
EP 0615111	A	14-09-1994	EP DE ES	0615111 A1 59304127 D1 2092709 T3	14-09-1994 14-11-1996 01-12-1996
GB 2255410	A	04-11-1992	NONE		
DE 10146949	A	06-06-2002	DE WO EP	10146949 A1 0242133 A1 1339578 A1	06-06-2002 30-05-2002 03-09-2003
GB 2119097	A	09-11-1983	DE FR IT JP JP JP SE SE US	3211644 A1 2524647 A1 1164596 B 1670042 C 3033234 B 58180957 A 444479 B 8300780 A 4521769 A	13-10-1983 07-10-1983 15-04-1987 12-06-1992 16-05-1991 22-10-1983 14-04-1986 01-10-1983 04-06-1985
US 6215297	B1	10-04-2001	DE WO EP JP	4434978 A1 9610752 A1 0783698 A1 10506467 T	04-04-1996 11-04-1996 16-07-1997 23-06-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03024

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01D3/08 F02D41/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01D F02D G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 456 085 B1 (PUNZMANN HORST ET AL) 24. September 2002 (2002-09-24) das ganze Dokument	1,3,12
A	-----	7
A	EP 0 615 111 A (SIEMENS AG) 14. September 1994 (1994-09-14) das ganze Dokument	1-7,9-12
A	GB 2 255 410 A (FORD MOTOR CO). 4. November 1992 (1992-11-04) das ganze Dokument	1,12
A	DE 101 46 949 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 6. Juni 2002 (2002-06-06) das ganze Dokument	1,12
	-----	-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder da aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

10. Februar 2004

18/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chapple, I

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/03024

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 119 097 A (DAIMLER BENZ AG) 9. November 1983 (1983-11-09) das ganze Dokument -----	1,12
A	US 6 215 297 B1 (LOHBERG PETER ET AL) 10. April 2001 (2001-04-10) das ganze Dokument -----	1,3,7,12

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 03/03024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6456085	B1	24-09-2002	WO DE EP ES	9927377 A1 59801550 D1 1032846 A1 2165206 T3		03-06-1999 25-10-2001 06-09-2000 01-03-2002
EP 0615111	A	14-09-1994	EP DE ES	0615111 A1 59304127 D1 2092709 T3		14-09-1994 14-11-1996 01-12-1996
GB 2255410	A	04-11-1992		KEINE		
DE 10146949	A	06-06-2002	DE WO EP	10146949 A1 0242133 A1 1339578 A1		06-06-2002 30-05-2002 03-09-2003
GB 2119097	A	09-11-1983	DE FR IT JP JP JP SE SE US	3211644 A1 2524647 A1 1164596 B 1670042 C 3033234 B 58180957 A 444479 B 8300780 A 4521769 A		13-10-1983 07-10-1983 15-04-1987 12-06-1992 16-05-1991 22-10-1983 14-04-1986 01-10-1983 04-06-1985
US 6215297	B1	10-04-2001	DE WO EP JP	4434978 A1 9610752 A1 0783698 A1 10506467 T		04-04-1996 11-04-1996 16-07-1997 23-06-1998